

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-241104

(43)Date of publication of application : 21.09.1993

(51)Int.Cl.

G02B 27/28  
G02B 6/16

(21)Application number : 04-039230

(22)Date of filing : 26.02.1992

(71)Applicant : NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt;

(72)Inventor : TAKARA HIDEHIKO

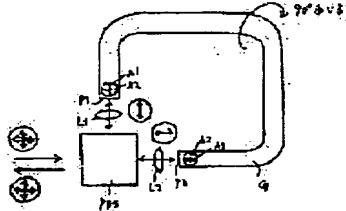
MORIOKA TOSHIO

SARUWATARI MASATOSHI

**(54) POLARIZED LIGHT ROTATING MIRROR****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To rotates incident light, which has a wavelength in a wide range and arrives in an optional direction, by 90° and reflect it by simple constitution by composing the mirror of a polarized light separator and one optical waveguide which holds a polarizing direction.

**CONSTITUTION:** The incident light in a polarized state when made incident from the incidence surface of the polarized light separator PBS is split by the polarized light separator PBS into two orthogonal polarized light components, which are made incident on end surfaces P1 and P2 of an optical waveguide G. At this time, the two polarized light components are both parallel to the main axis A1 of the optical waveguide G. The two incident light components are guided while having the polarized directions held to the direction of the main axis A1. Then both the two polarized components have the polarized directions rotated by 90° because of the twisting of the optical waveguide G. They are guided while having their polarized directions held to the axis A1, and multiplexed by the polarized light separator PBS and projected from said incidence surface. At this time, the polarizing directions of reflected light is rotated by 90° from the polarizing direction of the incident light.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 06.12.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2761141

[Date of registration] 20.03.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

# 先行技術

株)エムテック関東

(2)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-241104

(43)公開日 平成5年(1993)9月21日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G02B 27/28

6/16

識別記号

Z 9120-2K

301

7036-2K

F I

審査請求 未請求 請求項の数4 (全6頁)

(21)出願番号 特願平4-39230

(22)出願日 平成4年(1992)2月26日

特許法第30条第1項適用申請有り 1991年9月2日~9月4日 Optical Society of America主催の「The Nonlinear Guided-Wave Phenomena Topical meeting」において文書をもって発表

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 高良 秀彦

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 盛岡 敏夫

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 猿渡 正俊

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

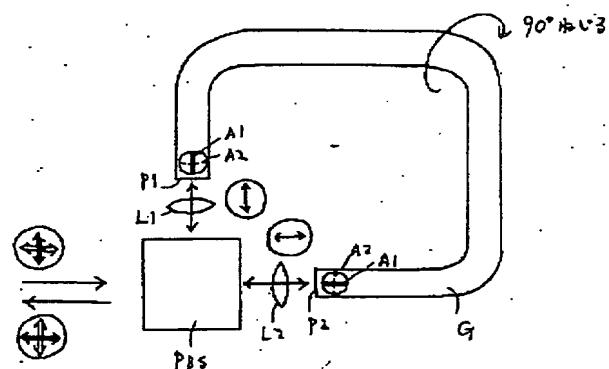
(74)代理人 弁理士 澤井 敬史

(54)【発明の名称】偏波回転ミラー

(57)【要約】

【目的】 広範囲の波長で、任意の偏光方向の入射光に對して90度回転して反射する簡易な構成の偏波回転ミラーを提供する。

【構成】 入射光を直交した2偏光に分離する偏光分離器と、偏光方向を保持する一本の光導波路とで構成され、分離した2偏光をそれぞれ、光導波路の異なる端面へ、光導波路の同じ主軸に平行に入射するように配置する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射光の偏光方向を回転させて反射する偏波回転ミラーにおいて、入射光を直交した2偏光に分離する偏光分離器と、偏光方向を保持する一本の光導波路とを、分離した2偏光をそれぞれ、光導波路の異なる端面へ、光導波路の同じ主軸に平行に入射するように配置することを特徴とする偏波回転ミラー。

【請求項2】 入射光の偏光方向を回転させて反射する偏波回転ミラーにおいて、入射光を直交した2偏光に分離した後、それぞれの偏光の偏光方向を維持して導波する光導波路付偏光分離器からなり、この光導波路付偏光分離器の2本の光導波路の出力端を2偏光の偏光方向が一致するように結合したことを特徴とする偏波回転ミラー。

【請求項3】 入射光の偏光方向を回転させて反射する偏波回転ミラーにおいて、入射光を直交した2偏光に分離する偏光分離器と、偏光方向を保持する2本の光導波路と、偏光方向を90度回転させる偏光回転子とを、分離した2偏光をそれ別別の光導波路の入力端に結合し、出力端での2偏光の偏光方向が互いに直交し、この2本の光導波路の出力端を間に偏光回転子を挟んで結合するように配置したことを特徴とする偏波回転ミラー。

【請求項4】 入射光の偏光方向を回転させて反射する偏波回転ミラーにおいて、入射光を直交した2偏光に分離する偏光分離器と、偏光方向を保持する1本の光導波路と、偏光方向を90度回転させる偏光回転子とを、分離した2偏光の一方を偏光回転子を通過した後、2偏光をそれぞれ、光導波路の異なる端面へ、光導波路の同じ主軸に平行に入射するように配置することを特徴とする偏波回転ミラー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光通信、光コンピュータなどに用いられる偏光依存性を有する光デバイス、装置、方式に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、光通信、光コンピュータ等の分野で、非線形光学効果、半導体レーザ增幅器等の偏光方向に依存する現象、素子が注目されている。それに伴い、偏光状態を調整、制御する技術が重要となっており、光学ミラーにおいても偏光方向を回転する性能が必要とされている。例えば、この偏光方向を回転させて反射する偏波回転ミラーの一つの応用例としては特許「光パルスの分離および多重装置」(特開昭63-4979)があげられる。図7はこの応用例の一部を示したものである。図中、Nは複屈折性を有する非線形光学媒質であり、円内の矢印は非線形光学媒質の主軸を示している。(a)～(d)は各位置での光パルスであり、円の中の矢印は光の偏光方向を示している。PMは偏光を90度回転する偏光回転ミラーである。入射光(a)の偏光方向と非線形

光学媒質Nの主軸のなす角度は45度であるため入射光は2つの主軸に平行な成分に分離する。それとの偏光方向で屈折率が異なるため、時間軸上で分離して(b)

(b')となる(偏波分散)。その後、偏波回転ミラーPMで反射される。このとき、反射光(c)(c')の偏光はそれぞれ(b)(b')の偏光を90度回転したものとなる。従って、この(c)(c')が非線形光学媒質中を戻すことにより、往路で非線形光学媒質Nの複屈折により生じた偏波分散を復路で補償することが出来る。また、往復するため非線形光学効果の有効作用長Lを倍化することができる。

【0003】 以下、この偏波回転ミラーの従来の構成について説明する。従来の偏波回転ミラーは全反射ミラーに偏光方向を偏光する手段を附加していた。図8(1)

(2)(3)は従来の偏波回転ミラーを示した図である。図8(1)中、Mは全反射ミラー、QPは4分の1波長板である。4分の1波長板QPは主軸が非線形光学媒質Nの主軸と45度をなして配置されており、非線形光学媒質Nの主軸と45度および135度をなす2つの直交成

20 分間に4分の1波長の位相差を与えるものである。図に示したように、全反射ミラーMの前にこの4分の1波長板QPを配置することによって、非線形光学媒質Nの直交する2つの主軸に平行な入射光の偏光成分はそれぞれ偏光方向が90度回転する。すなわち、反射光は偏光方向が90度回転する。図8(2)は従来の構成法の第2の例である。図中Fはファラデー素子であり、YIG等の

ファラデー素子に光軸方向の磁場を加えたものである。ファラデー素子の長さや磁場の強さを適当に選んで、偏光方向を片方向で45度回転させれば、反射光は90度回転する。図8(3)は従来の構成法の第3の例である。

ここでPRは2つの直交する反射面を有する2枚鏡または2つの直交する全反射面を有する直角プリズムで構成されている。この場合には、2つの反射面R,Lの交線1が入射光の偏光方向と45度をなすように配置されている。この時、2つの反射面で反射された光は交線1を中心軸として左右が入れ替わるので、90度偏光方向が回転する。

【0004】 しかしながら、従来の偏波回転ミラーは構成要素となる波長板やアイソレータの特性が波長に大きく依存するため、特定波長でしか使用できないという問題点があった、また、構成素子の製造が容易でなく高価になってしまうという問題点があった。第3の従来例の場合は波長依存性はないが、入射偏光方向の反射面の交線に対しての2倍の角度の回転が起きるため、任意の偏光に対して一様な回転角度は得られないという問題点があった。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、広範囲の波長で、任意の偏光方向の入射光に対して90度回転して

従来の  
アラーニテ  
いわんと  
云つて、

3

反射する簡易な構成の偏波回転ミラーを提供することにある。

## 【0006】

課題を解決するための手段 前記課題を解決するため、本発明の偏光回転ミラーは、入射光を直交した2偏光に分離する偏光分離器と、偏光方向を保持する一本の光導波路とで構成され、分離した2偏光をそれぞれ、光導波路の異なる端面へ、光導波路の同じ主軸に平行に入射するように配置することを要旨とする。

【0007】また、入射光を直交した2偏光に分離した後、それぞれの偏光の偏光方向を維持して導波する光導波路付偏光分離器からなり、この光導波路付偏光分離器の2本の光導波路の出力端を2偏光の偏光方向が一致するように結合したことを要旨とする。また、入射光を直交した2偏光に分離する偏光分離器と、偏光方向を保持する2本の光導波路と、偏光方向を90度回転させる偏光回転子とを、分離した2偏光をそれ別別の光導波路の入力端に結合し、出力端での2偏光の偏光方向が互いに直交し、この2本の光導波路の出力端を間に偏光回転子を挟んで結合するように配置したことを要旨とする。

## 【0008】

作用 本発明は、広範囲の波長で、任意の偏光方向の入射光に対して90度回転して反射する簡易な構成の偏波回転ミラーを提供することが可能である。

## 【0009】

実施例 以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。(図1)は本発明の第1の実施例に係わる偏光回転ミラーの構成図である。図中、PBSは偏光分離器、Gは偏光方向を保持する光導波路、L1、L2は光学レンズ、P1、P2は光導波路端面、A1、A2は光導波路の主軸(遅い軸、速い軸)である。偏光分離器PBSは入射した光を直交する2つの偏光に分離するものであり、例えば、直角プリズムを2つ合わせた偏光ビームスプリッタやマツハツエンダ型干渉系を利用した光導波型偏光ビームスプリッタ(参考文献 M.Okuno et al., Springer Series in Electronics and Photonics, vol.29 Photonics Switching II, pp92-95(1990))があげられる。光導波路Gは、分離した2偏光がそれぞれ端面P1、P2で同じ主軸(本例では遅い軸A1)に平行に入射するように配置されている。例えば、光導波路としてPANDA型の偏光保持ファイバを用い、光ファイバの任意の場所で90度ねじれば上記のような配置が可能である。また、本実施例では、光学レンズL1、L2を用いているが、偏光分離器PBSと光導波路G間の光の結合が十分良好であれば、無くてもよい。

【0010】本発明の動作原理を図2を用いて説明する。任意の偏光状態の入射光が偏光分離器PBSの入射面から入射(図2(A))すると偏光分離器PBSにより直交する2つの偏光成分に分離し、光導波路Gの端面P1、P2にそれぞれ入射する(図2(B))。このとき

4

2偏光とも光導波路Gの主軸A1に平行である。入射した2光はそれぞれ偏光方向を主軸A1方向に保持したまま導波する(図2(C))。その後、2偏光とも光導波路GのT部のねじれにより偏光方向が90度回転させられる(図2(D))。その後も偏光方向をA1軸に保持したまま導波し、それぞれ入射したときと別の端面から出射される(図2(E))。P1、P2からの出射光はそれぞれ入射偏光方向と一致しているため、再び偏光分離器PBSに戻ると、偏光合成されて最初のPBSの入射面から出射される。このとき反射光の偏光方向は入射光の偏光を90度回転させたものとなっている。

【0011】(図3)は本発明の第2の実施例に係わる偏光回転ミラーの構成図である。図中、PBS2は光導波路付偏光分離器、P1、P2は光導波路付偏光分離器の出力端面である。偏光分離器PBS2は入射光を導波する光導波路部g1と、直交する2偏光に分離する分離部sと、分離したそれぞれの偏光を偏光方向を維持したまま導波する光導波路部g2、g3からなっている。具体的には、例えば、光ファイバ型偏光ビームスプリッタ(日立電線社製等)があげられる。図3に示したように、この光導波路付偏光分離器PBS2の光導波路部g2、g3の各端面P1、P2を、導波した偏光の偏光方向が一致するようにお互いに90度ねじって結合する。すると実施例1と同様な原理で、入射光は偏光方向を90度回転させて反射される。

【0012】(図4(a))は本発明の第3の実施例に係わる偏光回転ミラーの構成図である。図中、G2、G3は偏光方向を保持する光導波路、PTは偏光方向を90度回転する90度偏光回転子である。偏光分離器PBSとしては実施例1で述べた偏光ビームスプリッタが使用できる。光導波路G2、G3としては上記の偏波保持光ファイバの他に、石英系や半導体等の平板上にチャネル型光導波路を形成したものが利用できる。光導波路G2、G3は、分離した2偏光がそれぞれ光導波路G2、G3の主軸に平行に入射し、出力端で互いの偏光方向が直交するように配置されている。90度偏光回転子PTとしては、例えば図5に示したものが利用できる。図5(a)は2分の1波長板の主軸を2偏光の偏光方向に対して45度回転して配置したものである。図5(b)は90度偏光方向を回転させるアラウンド回転子である。第5図(c)はチャネル型光導波路の主軸に対して45度回転した方向に応力を附加してTE、TMモードを変換するモード変換器である。この90度偏光回転子PTを介して光導波路G2、G3を結合する。すると実施例1で述べた偏波保持光ファイバの90度ねじれの動作をこの90度偏光回転子PTが行うため、実施例1と同様な原理で、入射光は偏光方向を90度回転されて反射される。

【0013】また、本実施例でも、光学レンズL1、L2、L3、L4を用いているが、それぞれ偏光分離器PBSと光導波路G2間、偏光分離器PBSと光導波路G

50

3間、光導波路G 2と90度偏光回転子P T間、光導波路G 3と90度偏光回転子P T間の光の結合が十分良好であれば、無くてもよい。本実施例の場合、図4(b)に示したように、偏光分離器P B S、光導波路G 2、光導波路G 3、90度偏光回転子P Tを同一の石英系や半導体等の平板上に形成することができるので、小型化できる。また、各構成要素間の結合などの動作の安定化が可能である。

【0014】図6は本発明の第4の実施例に係わる偏光回転ミラーの構成図である。G 4は偏光方向を保持する光導波路である。90度偏光回転子P Tは偏光分離器P B Sの一方の出力部直後に配置し、光導波路G 4は、分離した2偏光を偏光方向が光導波路G 4の同一主軸に偏光に入射するように配置している。実施例3と同様な原理で動作する。

【0015】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、簡単な構成で、入射光の偏光を90度回転した偏光を逆方向に出射することが出来る。また、任意の偏光状態の入射光に対しても使用可能であるので、従来必要であった偏光方向と構成素子の主軸の相対関係の調整が不要とな

る。しかも、請求項1、2の発明によれば偏光分離器、光導波路は広い波長範囲で特性を維持できるので使用波長範囲を拡大でき、構成素子に対する性能を緩和できることから、製造コストを大幅に低減できる。また、請求項3、4の発明によれば、各構成要素をモノシリック化できるため、小型化、動作の安定化が可能である等効果は大である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例である偏光回転ミラーの構成図。

【図2】第1の実施例の動作原理を説明する図。

【図3】本発明の第2の実施例である偏光回転ミラーの構成図。

【図4】本発明の第3の実施例である偏光回転ミラーの構成図。

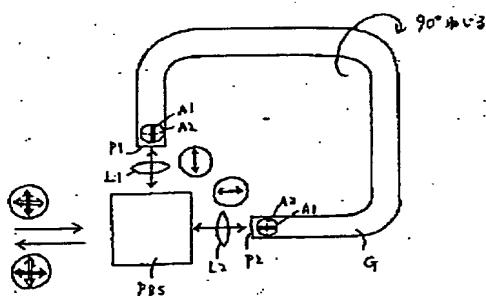
【図5】90度偏光回転子の構成例を示す図。

【図6】本発明の第4の実施例である偏光回転ミラーの構成図。

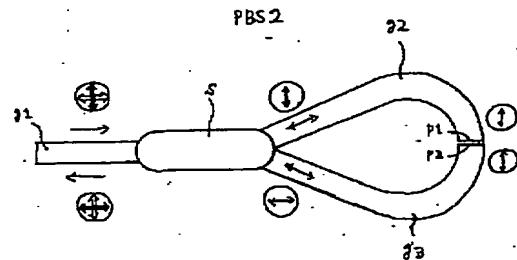
【図7】偏波回転ミラーの応用例を示す図。

【図8】従来の偏波回転ミラーの構成図。

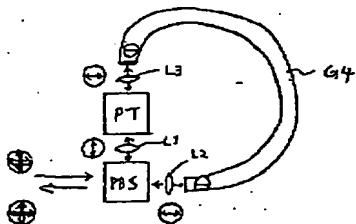
【図1】



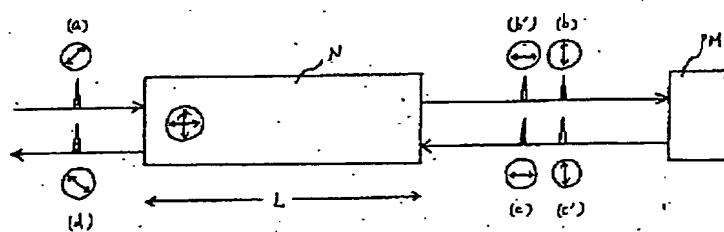
【図3】



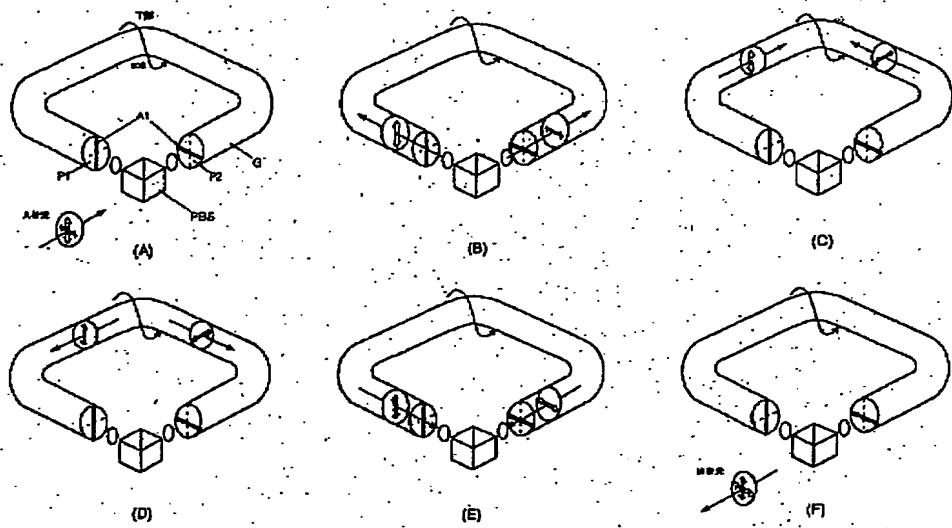
【図6】



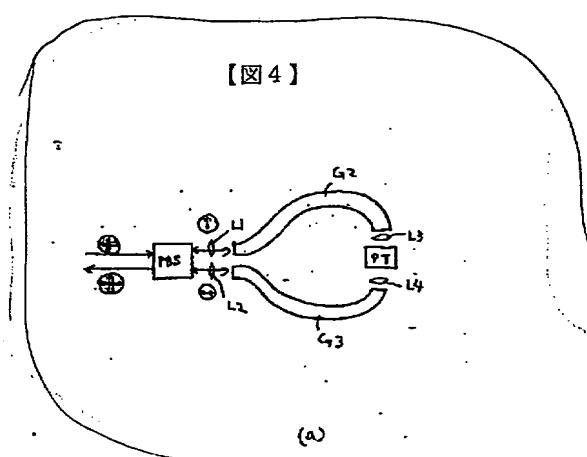
【図7】



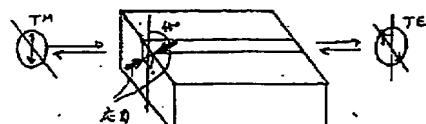
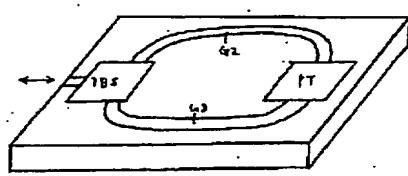
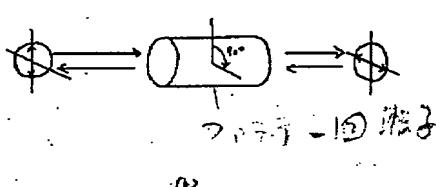
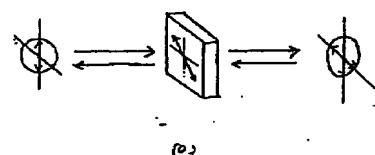
【図2】



【図4】



【図5】



【図8】

